

# Hidrólisis ácida de cáscaras de vaina de cacao CCN-51. Optimización del proceso para generación de azúcares reductores

Johanna Sánchez<sup>1,2</sup>, Jaime Soler<sup>1</sup>, Javier Herguido<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Catálisis, Separaciones Moleculares e Ingeniería de Reactores (CREG)

Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)

Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, Spain.

<sup>2</sup>Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas.

Tel. +34-876555481, e-mail: jhoanna.sanchez@ucuenca.edu.ec

## Resumen

Se ha estudiado la reacción de hidrólisis de la cáscara de la vaina de cacao para generar azúcares reductores. Para su optimización se realizaron experimentos modificando las principales variables de operación: tiempo, temperatura, concentración de ácido mineral y biomasa. La mayor producción obtenida fue de 51.66% del total de material hidrolizable.

## Introducción

El cacao en Ecuador registró en el año 2000 una producción de 64991 toneladas de grano de cacao en una superficie de 402836 has [1]. Los desechos del cacao referentes a la cáscara de su vaina representan 140000 t de Biomasa Residual Agrícola de cacao (BRAC) [2]. Con esta magnitud de residuos como punto de referencia, el objetivo de este estudio experimental es optimizar la generación de azúcares reductores totales a partir de la cáscara de la vaina de cacao, mediante hidrólisis ácida. Éstos serían el punto de partida para la obtención de biocombustibles derivados.

Para ello, en este trabajo se procesaron mediante reacción en discontinuo muestras representativas de BRAC generado en el país, tras ser caracterizadas. Para el proceso de hidrólisis ácida, se analiza el efecto de las variables: *tiempo*, *temperatura*, *concentración de ácido* y *cantidad de biomasa*.

## Análisis experimental

Los intervalos de valores seleccionados para el estudio experimental fueron: tiempo (6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 90, 120 y 160 min), temperatura (100, 120, 150 °C), Concentración de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0, 1, 1.5 % en volumen) y cantidad de biomasa (1; 1.5 y 5% en peso). Se utilizó un reactor tipo Batch para llevar a cabo los experimentos.

La determinación de los azúcares fermentables se realizó a través de espectrofotometría visible a  $\lambda =$

540 nm, utilizando el método de *Miller* [3]. Para la cuantificación de productos de degradación (furfural e hidroximetilfurfural), se utilizó el método de *Chi y cols.* [4].

## Materiales y Métodos

### Biomasa:

Cáscara de la vaina de cacao variedad CCN-51. Se obtuvo la siguiente composición química promedio: 53.7% celulosa, 18.7% hemicelulosa, 25.7% lignina y 2.00% cenizas.

### Análisis estructural y próximo:

Celulosa (Kurschner y Hoffer); holocelulosa (ASTM 1104-56); lignina (TAPPI T-222 os-74), cenizas (NREL/TP-510-42622).

### Hidrólisis ácida:

Se procesan pesos conocidos de muestra con un tamaño de partícula inferior a 75 $\mu$ m (malla ASTM-E-11 n°200). Se completa el volumen a 100 ml con agua destilada y se obtiene el respectivo hidrolizado en un reactor tipo batch totalmente hermético, con la combinación de variables antes detalladas. Tras la reacción se enfría y estabiliza el hidrolizado con NaOH al 30%, pH (5-7), finalmente se filtra con papel Whatman n° 42 y se afora con agua tipo I, para realizar las lecturas de ART.

### Lectura de azúcares reductores totales y productos de degradación:

Utilizando la técnica de espectrofotometría UV, se realizó una curva de calibración para la glucosa y xilosa comercial y se leyeron las absorbancias a  $\lambda = 540$ nm. Para cuantificar productos de degradación se emplearon absorbancias de  $\lambda = 277$  y 285 nm [4].

## Resultados

Los experimentos en ausencia de ácido, generan un promedio de 8.30% de material hidrolizable. Por otro lado, cuando se trabaja con concentraciones de 1% de ácido el promedio es de 11.11% y con 1.5% de ácido, el promedio es de 24.56% del total del material hidrolizable.

Respecto al efecto de la temperatura, a 100; 120 y 150°C el promedio fue de 10.02%, 27.62% y de 31.10% del total de material hidrolizable.

El promedio de azúcares reductores totales para 1, 1.5 y 5% de biomasa fueron de 11.79; 21.95 y 7.09%, respectivamente, del total de material hidrolizable.

Para tiempos de 6; 12; 18; 24; 30; 36; 42; 48; 90; 120 y 160 minutos la producción de azúcares reductores totales fue de 9.78; 10.89; 11.89; 13.40; 14.59; 15.71; 16.88; 19.41; 20.94; 23.51% respectivamente del total de material hidrolizable.

La generación de productos de degradación que corresponde a la presencia máxima de Furfural (F) fue de 0.14%, mientras que de Hidroximetilfurfural (HMF) fue de 0.91% del total de material hidrolizable. La presencia de estos no supera el 1%. Se muestran los resultados óptimos de azúcares reductores totales así como sus correspondientes productos de degradación (Tabla 1).

## Conclusiones

La producción óptima alcanzada en los intervalos estudiados de las variables de operación es de 51.66% del material hidrolizable, correspondiendo a unas condiciones de 160 minutos a 120°C, 1.5% de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y 1.5% de Biomasa.

Si se emplean estos azúcares reductores totales provenientes de la cáscara de la vaina del cacao en la obtención de biohidrógeno considerando el error máximo admisible de los desechos de esta biomasa y aplicando un proceso de biodigestión se obtendrían 7.98 Nm<sup>3</sup> de H<sub>2</sub> por cada kilogramo de biomasa residual agrícola de cacao [5].

## REFERENCIAS

- [1] INEC, 2000. III Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador.

- [2] Sánchez, J.P., 2013. Evaluación energética de cáscaras de cacao nacional y CCN-51. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4508>
- [3] OTERO, M. A. y cols, Limitaciones del método del ácido 3,5 DNS en mieles finales, Revista ICIDCA N°1, 1986.
- [4] CHI, C., ZHANG, Z., CHANG, H. and JAMEEL, H. Determination of Furfural and Hydroxymethylfurfural Formed From Biomass Under Acidic Conditions, *Journal of Wood Chemistry and Technology*. 2009 29(4), pp. 265-276. Available from: [doi.org/10.1080/02773810903096025](https://doi.org/10.1080/02773810903096025)
- [5] LEVIN D., PITT L., and LOVE M. Biohydrogen production: prospects and limitations to practical application. *International Journal of Hydrogen*. Vol. 29, 173-185, 2004.

**Tabla 1. Experimentos hidrólisis ácida de cáscara de la vaina de cacao.**

	Azúcares reductores* %	Furfural* %	HMF* %
160 min; 120°C; 1.5% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; Biomasa 1.5%	51.66	0	0.89
120 min; 120°C; 1.5% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; Biomasa 1.5%	48.60	0	0.88
160 min; 150°C; 1.5% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; Biomasa 1.5%	47.30	0.06	0.28

\*Corresponde al porcentaje del total de material hidrolizable